

О. А. Коропец ^{а)}, Е. Х. Тухтарова ^{б)}^{а)} Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация^{б)} Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация^{а)} <https://orcid.org/0000-0002-7449-3325>^{б)} <https://orcid.org/0000-0002-3999-7376>, e-mail: tyevgeniya@yandex.ru

Влияние передовых технологий Индустрии 4.0 на безработицу в российских регионах¹

Внедрение передовых технологий невозможно без реорганизации рынка труда и перераспределения рабочей силы, что делает актуальным изучение востребованности работников в цифровой экономике для предотвращения квалификационной безработицы. В работе исследуется проблема влияния передовых технологий на безработицу в российских регионах. Развитие передовых технологий при переходе на новый технологический уклад окажет разновекторное влияние на безработицу различных по уровню образования категорий населения. Сочетание методов пространственного анализа, статистических и эконометрических методов анализа позволило выделить кластеры высокотехнологичных, средне- и низкотехнологичных регионов РФ, определить характер влияния и подтвердить гипотезу исследования. Установлено, что большая часть российских регионов обладает низким потенциалом к переходу на новый технологический уклад. В то же время, цифровая экономика высокотехнологичных регионов, обладающих достаточным потенциалом для освоения нового технологического уклада, на этом этапе не нуждается в большом количестве кадров с высшим образованием. При этом в новых условиях высокотехнологичные регионы испытывают острую нехватку лиц со средним профессиональным образованием. Одни регионы осваивают шестой технологический уклад, имея ресурсы, потенциал и резервы, а другие являются поставщиками человеческих ресурсов; такая ситуация не только способствует дальнейшему углублению региональной дифференциации, но и может привести к разрыву экономических связей между регионами, затрудняя их взаимодействие в новых условиях. Полученные результаты могут найти применение при обосновании предложений и мер регулирования процессов на рынке труда для реализации научно-технологического и экономического развития страны.

Ключевые слова: безработица, технологический уклад, передовые технологии, цифровизация, Индустрия 4.0, автоматизация, социально-психологическое благополучие работников, население с высшим образованием, население со средним профессиональным образованием, пространственный анализ, высокотехнологичные регионы, технологичные регионы, среднетехнологичные регионы, низкотехнологичные регионы

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00952.

Для цитирования: Коропец О. А., Тухтарова Е. Х. Влияние передовых технологий Индустрии 4.0 на безработицу в российских регионах // Экономика региона. 2021. Т. 17, вып. 1. С. 182-196. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-1-14>

¹ © Коропец О. А., Тухтарова Е. Х. Текст. 2021.

RESEARCH ARTICLE

Olga A. Koropets ^{a)}, Evgeniya Kh. Tukhtarova ^{b)}^{a)} Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation^{b)} Institute of Economics of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russian Federation^{a)} <https://orcid.org/0000-0002-7449-3325>^{b)} <https://orcid.org/0000-0002-3999-7376>, e-mail: tyevgeniya@yandex.ru**The Impact of Advanced Industry 4.0 Technologies on Unemployment in Russian Regions**

The introduction of advanced technologies requires restructuring the labour market and redistributing the workforce. Therefore, the study of the demand for workers in the digital economy is necessary for preventing unemployment. We examine the impact of advanced technologies on unemployment in Russian regions. The transition to a new technological wave and the development of advanced technologies will differently affect the unemployment among various categories of population depending on their educational level. Using the combination of spatial analysis, statistical and econometric methods, we identified clusters of high-tech, medium-tech, and low-tech regions of the Russian Federation, described the impact and confirmed the proposed hypothesis. We have discovered that most Russian regions have a low potential to transition to a new technological wave. Simultaneously, in high-tech regions with sufficient potential to develop a new technological wave, digital economy does not require a large number of employees with university education. Moreover, such regions are experiencing an acute shortage of people with vocational education. Currently, selected Russian regions have resources, potential and reserves to develop the sixth technological wave, while others provide human resources. This situation leads not only to deepening regional differentiation but also to severance of economic relations between regions, hindering their interaction in the new conditions. The obtained results can be used to support proposals and measures for regulating labour market processes to develop scientific, technological and economic potential of the country.

Keywords: unemployment, technological paradigm, advanced technologies, industry 4.0, automation, psychosocial well-being of workers, population with higher education, population with vocational education, spatial analysis, high-tech regions, technological regions, medium-tech regions, low-tech regions

Acknowledgements

The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR), the project No. 20-010-00952.

For citation: Koropets, O.A. & Tukhtarova, E. Kh. (2021). The Impact of Advanced Industry 4.0 Technologies on Unemployment in Russian Regions. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 17(1), 182-196, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-1-14>

Введение

В настоящее время происходят глобальная перестройка мировой экономики и ее переход на новый технологический уклад. Индустрия 4.0, где цифровые технологии и роботизация начинают играть первостепенную роль, способствует структурным сдвигам и переформатированию рынка труда. Как показал мировой опыт, переходе на новый технологический уклад всегда сопровождается высвобождением рабочей силы вследствие утраты полезности некоторых профессиональных навыков, что приводит не только к перестройке рынка труда, но и к повышению уровня безработицы на начальном этапе перехода [1, 2].

Мировые тенденции проявляются и в российских регионах. Однако в настоящее время не все российские регионы обладают потенциалом для перехода на новый технологический уклад [3–6]. На взгляд авторов, большая часть российских регионов в силу различных причин останется в четвертом и пятом технологических укладах. Тогда как регионы, переходящие в новый технологический уклад, будут испытывать первыми на себе повышение уровня безработицы на фоне нехватки новых специ-

алистов, которые будут перетекать из других менее успешных территорий.

Вместе с тем широкое внедрение передовых технологий в регионах, исторически обладающих высоким уровнем промышленного развития, даст им новый импульс для развития. Помимо этого, передовые регионы будут способствовать постепенному развитию и способствовать переходу близлежащих регионов к новому технологическому укладу. При этом данный процесс будет происходить по двум сценариям различной длительности и иметь несколько фаз перестройки.

Авторы согласны с другими исследователями в том, что переход на новый технологический уклад будет сопровождаться длительным периодом по времени, а потому будет иметь несколько фаз перестройки всей экономической системы, в том числе и рынка труда [7–9]. Однако авторы полагают, что в условиях России при серьезной дифференциации в потенциале регионов переход на новый технологический уклад для них будет происходить по разным сценариям — ускоренному и поступательному.

При ускоренном сценарии развития фазы перехода будут острее, ощутимее, но рынок

труда сбалансируется быстрее, чем при альтернативном сценарии. Такие регионы получат в будущем преимущество для своего дальнейшего технологического развития. Тогда как плавный поступательный сценарий будет растянут во времени, а перестройка экономики и рынка труда будет менее острой и болезненной. Однако в таких условиях регионы могут терять человеческий потенциал, который будет утекать в регионы, пошедшие по пути первого сценария развития.

Авторы полагают, что на первой фазе перестройки рынка труда первыми ощутят на себе негативное влияние Индустрии 4.0 преимущественно лица с высшим гуманитарным образованием (юристы, экономисты, менеджеры, администраторы, туроператоры, и т. д.), тогда как на втором этапе это коснется лиц со средним профессиональным образованием (водители, продавцы и др.).

Снижение спроса на лиц с высшим образованием обусловлено тем, что в цифровой экономике помимо IT-специалистов, повышенным спросом будут пользоваться инженерные специальности, а не гуманитарии, которых было выпущено вузами на рынок труда очень много в последние 30 лет [10, 11]. Поэтому именно лица с гуманитарным образованием пострадают в большей степени, чем остальные, в первую фазу перехода рынка труда к новому технологическому укладу. Авторы согласны с теми аналитиками, которые прогнозируют, что в дальнейшем при переходе на цифровую экономику и широком и повсеместном внедрении роботизации будет происходить отказ от людей в пользу искусственного интеллекта, особенно при выполнении рутинных профессиональных задач [12]. Технологическая безработица, поляризация и неравенство доходов населения будут способствовать увеличению прекаризации занятости, что может негативно сказаться на социально-психологическом благополучии и психологической безопасности работников различных категорий [13–16].

Сценарий, по которому будет осуществляться переход регионов к новому технологическому укладу, зависит от многих обстоятельств: наличия сильных действующих и развитых региональных институтов, потенциала человеческих, инвестиционных, промышленных и других видов ресурсов, разработанных и действующих региональных стратегий и программ развития, программ переподготовки кадров, соответствующих спросу и целям развития региональной экономики и т. д.

В целях изучения влияния передовых технологий на безработицу в российских регионах авторы выдвинули гипотезу: развитие передовых технологий при переходе на новый технологический уклад окажет разновекторное влияние на безработицу различных по уровню образования категорий населения. На взгляд авторов, это приведет к трансформации рынка труда в среднесрочной перспективе.

Теория

Дж. М. Кейнс еще в 30-х годах прошлого века предсказал быстрый технический прогресс в течение следующих 90 лет и первым ввел термин «технологическая безработица» [17]. Безработица, наряду с неравенством доходов, является одним из самых очевидных глобальных социальных рисков, сопровождающих технический прогресс в рамках Индустрии 4.0. В обобщенном виде категория «Индустрия 4.0» определяется как интегрированный, адаптированный, оптимизированный, ориентированный на обслуживание и совместимость производственный процесс, который коррелирует с алгоритмами, большими данными и высокими технологиями [18].

Джо Кэзер считает, что четвертая промышленная революция способна изменить и трансформировать всю человеческую деятельность и может принести пользу населению Земли, если все будет сделано правильно. Последствиями неправильной четвертой промышленной революции, могут быть социальные волнения из-за разделения общества на «победителей» и «проигравших» [19]. Однако, как справедливо отмечает Постел-Винай, в экономической истории полно примеров, когда старые рабочие места заменялись новыми, в которых использовались более технологически продвинутые машины. [20, с. 733–734].

Ученые высказывают как оптимистические, так и пессимистические мнения относительно возможных масштабов технологической безработицы, связанной с Индустрией 4.0 [13, 21, 22].

Фрей и Осборн разработали модель, предсказывающую, что компьютеризация устранила большинство рабочих мест с низкой квалификацией и низкой заработной платой в ближайшем будущем. Были выделены профессии с высоким, средним и низким уровнем риска исчезновения в зависимости от вероятности их компьютеризации. Работающие в профессиях, которые включают сложные задачи восприятия и манипуляции, задачи творческого интел-

лекта и задачи социального интеллекта, вероятно, не будут заменены компьютерами в течение следующего десятилетия или двух. Тем не менее, около 47 % занятых в США относятся к категории высокого риска; профессии, входящие в эту категорию, могут быть автоматизированы относительно скоро [8]. Однако данная модель имеет ряд ограничений, связанных, прежде всего, с тем, что прогнозировать технический процесс в долгосрочной перспективе достаточно сложно.

По мнению других ученых, подобные модели переоценивают долю автоматизируемых задач, пренебрегая существенной неоднородностью задач внутри профессий, а также их адаптивностью в цифровом преобразовании. При учете всего спектра задач в рамках профессий риск автоматизации рабочих мест в США падает, и только 9 % всех работников в США столкнутся с высоким риском автоматизации. Следовательно, подверженность автоматизации должна измеряться на уровне рабочих мест, а не профессий [23].

Межстрановый анализ, в котором используются различия в рутинизации профессий, указывает на значительные негативные последствия автоматизации для показателей участия мужчин и женщин старшего возраста. Анализ на индивидуальном уровне подтверждает, что работники, ранее занятые в рутинных профессиях, с большей вероятностью выбывают из рабочей силы. Более высокие расходы на активные программы и образование на рынке труда связаны с меньшими негативными последствиями технологических изменений для работников [24].

Таким образом, на сегодняшний день существует два альтернативных подхода к проблеме технологической безработицы: замещающая цифровизация и цифровизация задач. Замещающая цифровизация предсказывает неизбежность массовой технологической безработицы из-за внедрения новых цифровых технологий в трудовые процессы. Ряд профессий и рабочих мест исчезнут, так как их полностью автоматизируют. При втором подходе происходит «цифровизация задач», профессии не исчезают полностью, исчезают конкретные задачи. Это, с одной стороны, способствует ликвидации некоторых рабочих мест, а с другой стороны, создает новые рабочие места, увеличивая глобальные показатели занятости [25].

Ученые из разных стран мира отмечают, что уровень риска компьютеризации различен для представителей разных профессий и за-

висит, в частности, уровня образования [26]. Считается, что образование и междисциплинарность будут способствовать успеху при поиске и повторном нахождении рабочих мест. Именно образование является лучшим противоядием от безработицы [27].

В крупномасштабном исследовании, проведенном аналитиками (PwC), проанализировано более 200000 существующих рабочих мест в 29 странах мира и выделено три волны автоматизации:

- 1) волна алгоритма (до 2020-х гг.);
- 2) волна увеличения (до конца 2020-х гг.);
- 3) волна автономии (до середины 2030-х гг.).

Первая волна автоматизации, которая наблюдается в настоящее время, связана, прежде всего, с автоматизацией простых вычислительных задач и анализом структурированных данных. Вторая волна автоматизации повлечет за собой более динамичное изменение способов выполнения множества рабочих заданий, в первую очередь, рутинных и повторяемых. Третья волна автоматизации связана с активным внедрением автономного искусственного интеллекта и робототехники, которые будут автоматизировать рутинные задачи, а также задачи, связанные с физическим трудом или ловкостью рук [9]. Данные по Российской Федерации свидетельствуют о том, что риск автоматизации низок для работающих всех уровней образования в краткосрочной перспективе. Риск для выпускников высших учебных заведений в первую волну составляет 3 %, для лиц со средним специальным образованием и полным средним образованием — по 1 % соответственно. Однако менее образованные работники намного более уязвимы в долгосрочной перспективе. Так, к 2030 г. потенциал автоматизации рабочих мест для лиц с высшим образованием предположительно составит 11 %, для лиц со средним специальным образованием 31 %, для лиц с полным средним образованием — 39 % (рис. 1).

Таким образом, с одной стороны, автоматизация будет способствовать повышению престижа высшего образования по определенным (в основном техническим) направлениям подготовки. А с другой стороны, приведет к тому, что работники старшего возраста и выпускники невостребованных специальностей, не имеющие возможности бесплатно получить второе высшее образование, будут вынуждены соглашаться на менее квалифицированную и низкооплачиваемую работу.

Все вышеперечисленное создает серьезные угрозы для социально-психологического бла-

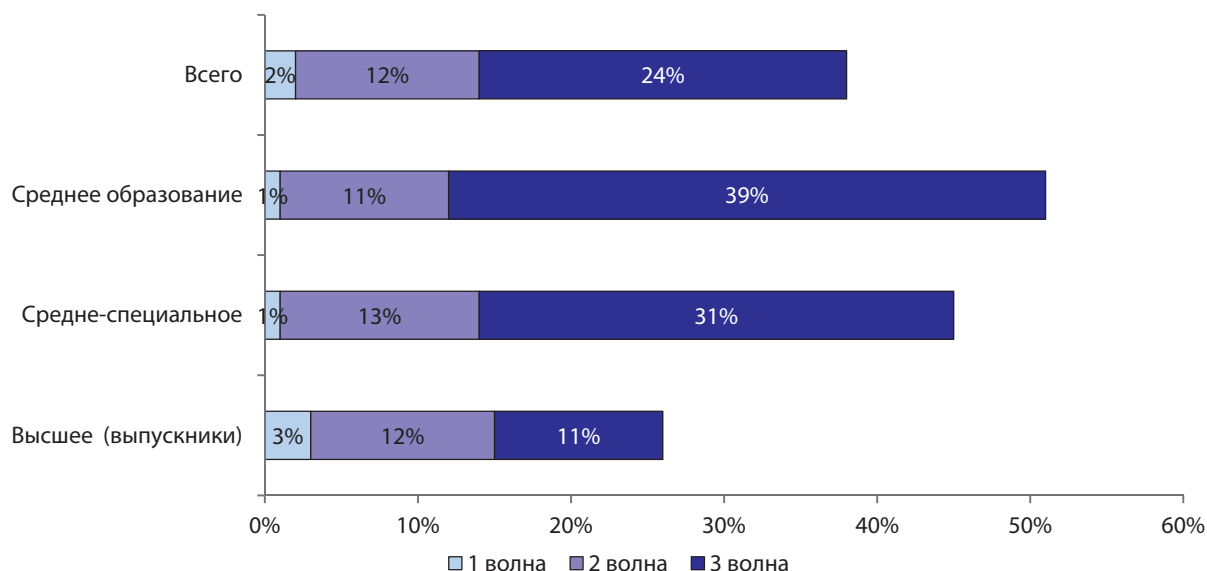


Рис. 1. Потенциал автоматизации рабочих мест в Российской Федерации по уровню образования работника (составлено по [9])

Fig. 1. Potential for workplace automation in the Russian Federation depending on the educational level of an employee

гополучия и психологической безопасности работников, а ситуация, в которой трудовые отношения могут быть прерваны работодателем в любое время, усугубляет ненадежность работы [16, с. 132].

Авторы согласны с мнением о необходимости инвестирования в высшее образование в условиях автоматизации. Это повысит долю высококвалифицированных работников в экономике. Поскольку они не так восприимчивы к автоматизации, как низкоквалифицированные работники, такая политика в области образования может ослабить влияние автоматизации на неравенство в заработной плате и позволить большей части населения воспользоваться преимуществами экономического роста, обусловленного автоматизацией [28].

В научном сообществе также существует мнение, что сейчас наиболее благоприятный период времени для работников со специальными навыками или нужным образованием, и неблагоприятный период времени для работника, обладающего «обычными» навыками и способностями, потому что компьютеры и роботы приобретут эти навыки в ближайшее время [29, с.4]. Безусловно, степень влияния технологий на уровень безработицы лиц с разным уровнем образования будет отличаться в регионах Российской Федерации, обладающих различным потенциалом для внедрения передовых технологий. Поэтому система образования должна чутко реагировать на изменения рынка труда как на государственном, так и на региональном уровне.

Данные и методы

Для анализа регионов и возможностей их перехода на новый технологический уклад авторы использовали инструмент пространственного анализа, который позволяет выделить группы регионов, а также проанализировать их человеческий и технологический потенциал, что позволит предположить, к какому сценарию тяготеют те или иные регионы. В этих целях отработка выдвинутой гипотезы производилась инструментами пространственного анализа с разделением исследуемого поля на квадранты. Анализируемое поле было разделено осями абсцисс и ординат на основе средних значений в исследуемых интервалах между показателями использования передовых технологий (ось абсцисс) и безработицей (ось ординат). Таким образом, авторы получили 4 квадранта (рис. 2).

Первый квадрант характеризуется высоким уровнем внедрения и использования передовых технологий на производстве, прежде всего цифровых. При этом уровень безработицы в регионах может быть как высоким, так и средним (от 12 тыс. чел.). В экономике регионов, где будет зафиксирован высокий уровень безработицы, будет высокая доля непродовольственного сектора, например, сферы услуг или финансов, а его представители на начальном этапе перехода к новому технологическому укладу пополнят ряды безработных.

Вместе с тем именно эти регионы, имеющие высокий уровень безработицы под влиянием внедрения передовых технологий, по мнению авторов, пойдут по первому сценарию

<p><i>II</i> квадрант. Технологичные регионы</p> <p>Безработица > 12 тыс. чел. Технологии < 10 тыс. шт.</p>	<p><i>I</i> квадрант. Высокотехнологичные регионы</p> <p>Безработица > 12 тыс. чел. Технологии > 10 тыс. шт.</p>
<p><i>III</i> квадрант. Низко- и среднетехнологичные регионы</p> <p>Безработица < 12 тыс. чел. Технологии < 10 тыс. шт.</p>	<p><i>IV</i> квадрант. Технологичные регионы</p> <p>Безработица < 12 тыс. чел. Технологии > 10 тыс. шт.</p>

Рис. 2. Классификация регионов по уровню использования технологий
Fig. 2. Division and classification of regions by the level of technology application

развития. Несмотря на негативные последствия по показателю «уровень безработицы», эти регионы в дальнейшем будут иметь преимущества для дальнейшего технологического развития. Вследствие высокого уровня использования передовых технологий, регионы, попавшие в это поле, будут являться высокотехнологичными.

Для регионов, попавших во второй квадрант, характерен средний уровень использования технологий на фоне среднего или высокого уровня безработицы (где безработица составляет свыше 12 тыс. чел., а использование технологий свыше 10 тыс. шт.). Регионы, попавшие во второй квадрант, имеют достаточный потенциал для технологического развития, на фоне избыточного предложения квалифицированного труда. В этих регионах будет также производиться болезненная перестройка рынка труда и адаптация к новым условиям функционирования новой экономики, но меньшими темпами, чем в высокотехнологичных регионах.

Для третьего квадранта характерны тенденции низкого уровня использования технологий при не высоком уровне безработицы (безработица менее 12 тыс. чел., а использование технологий меньше 10 тыс. шт.). Данные регионы будут иметь самые худшие стартовые условия для перехода к новому технологическому укладу среди регионов из других квадрантов. Несмотря на относительно невысокую безра-

ботицу в дальнейшем, диспропорции между регионами усилятся, что приведет к обезлюдению этих территорий с дальнейшей ее деградацией.

Тенденции уровня использования передовых технологий при низком уровне безработицы регионов четвертого квадранта (безработица составляет ниже 12 тыс. чел., а использование технологий свыше 10 тыс. шт.) схожи с тенденциями регионов из второго квадранта, что свидетельствует о выборе исполнительной властью в регионах второго безболезненного сценария перехода на новый технологический уклад. По мнению авторов, регионы, попавшие четвертый квадрант, пойдут по второму сценарию развития, переход на новый технологический уклад будет несколько растянут во времени.

Такой подход был использован и для анализа влияния использования передовых технологий на безработицу для различных категорий лиц. Таким образом, сформированные квадранты позволили авторам получить распределение регионов, выделить группы или кластеры, для которых характерны те или иные характеристики по показателям безработицы и использования передовых технологий. Сочетание пространственного инструмента анализа с методом корреляционно-регрессионного анализа позволило авторам получить коэффициенты чувствительности, то есть определить влияние использования пе-

редовых технологий на безработных с различным уровнем образования.

В целях усиления аргументации выдвинутой гипотезы (в условиях перехода на новый технологический уклад в наибольшую группу риска попадают лица с высшим уровнем образования) авторы применили метод корреляционно-регрессионного анализа абсолютных значений исследуемых показателей на основе панельных данных. Абсолютные значения были использованы ввиду поставленной задачи выявить степень чувствительности показателя «безработица» к показателю «передовые технологии». Иначе говоря, абсолютные значения позволяют получить ориентиры, которые могли бы предсказать, что внедрение n -го количества передовых технологий будет способствовать замене ими n -го количества людей.

Важно отметить, что в ходе изучения влияния передовых технологий на безработицу в относительных единицах измерения авторам не удалось обнаружить статистически значимой взаимосвязи. Это может объясняться снижением количества наблюдений так как при получении таких данных выборка сокращается ровно в два раза ввиду того, что статистика по показателю «количество используемых передовых технологий» представлена лишь 2 годами.

Тогда как использование панельных данных обусловлено тем, что в настоящее время в российской статистике показатель числа используемых передовых технологий с учетом внедрения новой методологии Росстатом, формируется лишь с 2017 г. Поэтому пока эта статистика представлена двумя годами — 2018 и 2019 гг. Поэтому авторы использовали в качестве индикатора передовых технологий показатель Росстата «число используемых передовых технологий по регионам РФ с учетом автономных округов». Таким образом, выборка исследования составила 168 точек для наблюдения, что является приемлемым для получения статистически значимых и достоверных оценок.

В ходе такого корреляционно-регрессионного анализа было получено три однофакторных уравнения, которые вошли в систему уравнений следующего вида:

$$\begin{cases} un_ed = f(constanta, tech), \\ un_ed2 = f(constanta, tech), \\ un_ed3 = f(constanta, tech), \end{cases}$$

где un_ed — количество безработных с высшим образованием; un_ed2 — количество без-

работных со средним профессиональным образованием; un_ed3 — количество безработных со средним образованием; $constant$ — свободный член; $tech$ — число используемых передовых технологий (далее — передовые технологии).

Таким образом, сочетание инструментов пространственного и эконометрического анализа позволило протестировать выдвинутую гипотезу и получить результаты исследования, которые представлены ниже.

Полученные результаты

Пространственный анализ влияния использования передовых технологий на предприятиях в регионах показал, что в 2018 г. лишь 5 субъектов РФ вошли в кластер высокотехнологичных регионов: Москва, Московская и Свердловская области, Пермский край и Башкирия. При этом следует отметить высокую неоднородность регионов в первом квадранте (рис. 3). Так, Москва единственный субъект РФ в 2018 г., где наблюдается синхронизация с мировыми трендами — конкуренция за высокотехнологичные места на рынке труда, ввиду стекания в регион высококвалифицированных кадров и наиболее быстрых темпов внедрения передовых технологий не только на производстве, но и в повседневной жизни, что соответствует второй фазе влияния перестройки и адаптации рынка труда к цифровым технологиям.

На взгляд авторов, сложившаяся ситуация в Москве объясняется не только высокой конкуренцией на рынке труда, но и развитой и несколько раздутой сферой услуг с большим количеством наемных рабочих в этом секторе, которые оказываются менее востребованными в новом технологическом укладе. По этой причине внедрение цифровых технологий приводит к высвобождению на рынок труда большой массы «белых воротничков» из сферы торговли, туризма, финансов и т. д.

Об этом свидетельствует анализ влияния передовых технологий на категорию безработных лиц с высшим образованием. Так, Москва — единственный субъект РФ с самой высокой безработицей для категории лиц с высшим образованием (рис. 4). Такая ситуация выглядит стрессовой и весьма болезненной для лиц, оставшихся без работы, но при ней происходит поиск равновесия, соответствующего новому состоянию экономики, с новыми условиями и требованиями к рынку труда.

В наиболее сбалансированной ситуации соотношения передовых технологий с общей

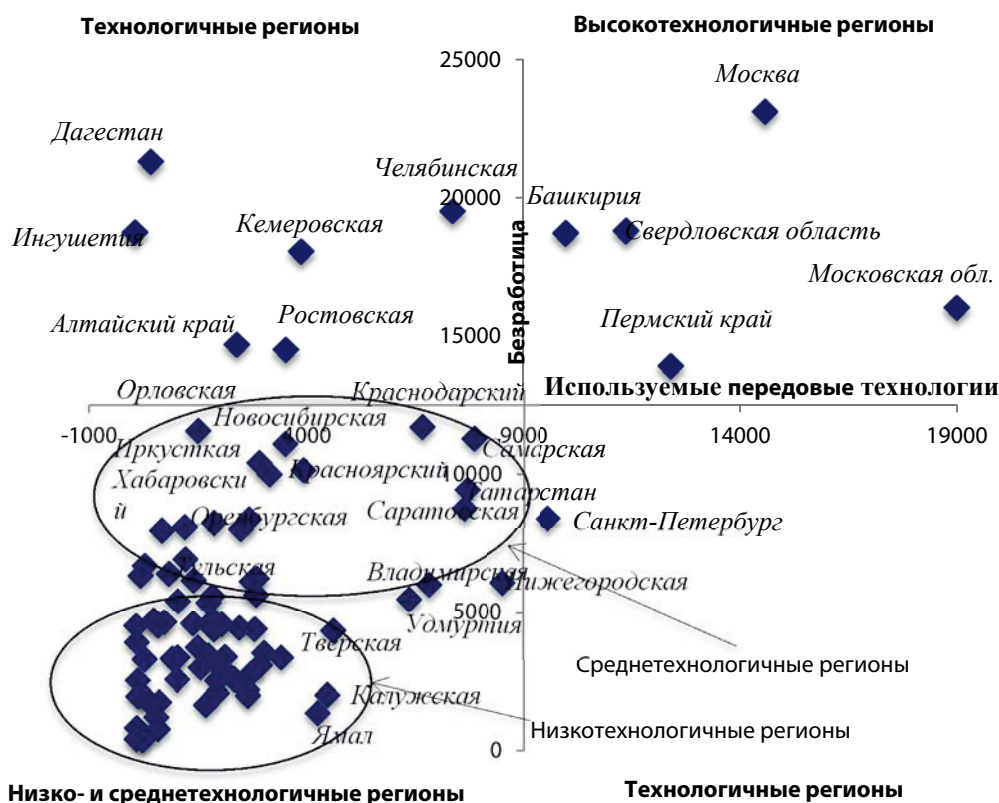


Рис. 3. Взаимосвязь между передовыми технологиями и безработицей в субъектах РФ в 2018 г.

Fig. 3. Relationship between advanced technologies and unemployment in the constituent entities of the Russian Federation in 2018

безработицей находится Московская область (рис. 3). В области сложился высокий уровень использования передовых технологий на фоне низкой безработицы. Это может объясняться несколькими причинами:

1. Высокий потенциал роста высокотехнологичного производства при дефиците квалифицированных кадров, а потому технологии не оказывают сильного воздействия на безработицу.

2. В области присутствуют 4-й и 5-й технологические уклады (например, строительство и промышленное производство), что позволяет быть востребованными в экономике региона, специалистов, встроенных в эти уклады.

3. Действующие программы профессиональной подготовки и переподготовки кадров для новой экономики.

Второму щадящему варианту, обозначенному в нашем исследовании в первом квадранте, соответствует Пермский край. Внедрение передовых технологий в наименьшей степени оказывает влияние на безработицу в регионе, что свидетельствует о высоком технологическом и кадровом потенциале.

Свердловская область и Башкирия в этом квадранте занимают промежуточное состояние между двумя сценариями развития: с одной стороны, высокий уровень внедрения циф-

ровых технологий, а с другой — ощутимый уровень безработицы в регионах.

Второй квадрант — технологичные регионы, куда вошли 6 субъектов РФ (Дагестан, Чечня, Алтайский край, Кемеровская, Ростовская и Челябинская области), которые также неоднородны. Челябинская область имеет наибольший потенциал и возможность перехода из категории технологичных регионов в категорию высокотехнологичных. Действительно, исторически развитый промышленный регион, пострадавший в 90-е гг., прошел серьезный путь к восстановлению своего экономического потенциала. Вместе с тем в регионе имеются и недоиспользованные производственные мощности, которые при условии модернизации позволяют области войти в пул передовых территорий РФ.

Тогда как Дагестан и Чечня характеризуются относительно невысоким уровнем внедрения и использованием передовых технологий на производстве на фоне высокого уровня безработицы, что объясняется эффектом низкой базы (масштаб экономики), в результате чего в регионах присутствует избыточная рабочая сила, которая может быть направлена в другие регионы России.

В целом следует отметить, что регионы во втором квадранте пошли по первому пути,



Рис. 4. Взаимосвязь между передовыми технологиями и безработицей в субъектах РФ в 2019 г.

Fig. 4. Relationship between advanced technologies and unemployment in the constituent entities of the Russian Federation in 2019

что свидетельствует о том, что эти регионы в начале своего пути к переходу на новый технологический уклад, потому перестройка рынка труда к новым реалиям столь чувствительна для безработицы на этих территориях.

Наиболее интересная ситуация сложилась в третьем квадранте, где расположилась основная часть российских регионов. Как видно на рисунке 2, регионы делятся на 2 группы, которые мы обозначали как среднетехнологичные. В эту группу регионов вошли преимущественно промышленно развитые территории Приволжья, Сибири и Дальнего Востока. Тогда как подавляющая часть оставшихся регионов находится в 3-м и 4-м технологическом укладе [30], а потому имеют наименьшие шансы для качественного рывка к новому технологическому укладу.

Если низкотехнологичная группа однородна и ее регионы имеют незначительные отличия в развитии, а потому очень плотно и компактно расположены друг к другу, то группа среднетехнологичных регионов очень неоднородна и ее регионы могут иметь 3 варианта развития:

- переход в два поля технологичных регионов по разным сценариям с высоким уровнем безработицы или низким;
- переход в группу высокотехнологичных регионов.

В последнюю группу войти наибольшие шансы в 2018 г. были у Самарской области. Однако, как показала ситуация 2019 г., территория упустила этот шанс и пошла по пути развития технологичных регионов, расположенных во втором квадранте (рис. 4).

В четвертом квадранте расположился лишь один субъект РФ — г. Санкт-Петербург. Это единственный субъект РФ, который пошел по второму пути развития. Регион выгодно отличается не только достойным уровнем заработной платы (по сравнению с другими регионами РФ), но и высоким кадровым и технологическим потенциалом, что позволило Санкт-Петербургу нивелировать негативные эффекты от внедрения передовых технологий, не увеличивая при этом безработицу.

2019 г. для некоторых регионов РФ оказался переломным в отношении влияния передовых технологий на безработицу. Так, если большинство высокотехнологичных регионов РФ продолжили развитие, то Башкирия снизила темпы использования передовых технологий на 13,5 % с почти 10 тыс. до 8,6 тыс. единиц. Тогда как Краснодарский край и Новосибирская область значительно улучшили позиции и перешли из третьего квадранта во второй (рис. 4).

На пути к переходу из категории средне-технологичных в группу технологичных также

и Оренбургская область. Самарская область, как уже отметили выше, имела шансы войти в группу высокотехнологичных регионов, однако ухудшение состояния российской экономики несколько скорректировало путь развития региона.

Нижегородская, Владимирская области, а также Республика Татарстан тяготеют к сценарию развития Санкт-Петербурга. В случае сохранения положительных тенденций можно будет ожидать что в 2020 г. Нижегородская область может войти в 4-й квадрант, тогда как остальные перечисленные регионы смогут войти в это поле лишь через 2–3 года.

Таким образом, пространственный анализ зафиксировал, что к настоящему времени не все российские регионы готовы к переходу на новый технологический уклад, лишь в небольшой части из них идут интенсивные процессы внедрения цифровых технологий. При этом, регионы в наибольшей степени использующие на своих предприятиях передовые технологии, пошли преимущественно по первому сценарию развития, который характеризуется заменой труда на технологии. Поэтому в этих регионах наблюдается высокий уровень безработицы, что является объективным процессом для индустриально развитых стран. Тогда как остальные регионы пошли преимущественно по пути развития второго сценария.

В этом сценарии в настоящее время успешно развивается лишь Санкт-Петербург, остальные регионы пока не имеют такой возможности. По мнению авторов, при сохранении сложившихся тенденций дальнейшая цифровизация будет способствовать дальнейшему углублению региональной дифференциации между территориями. При этом в долгосрочной перспективе отставшие регионы останутся в 3-м и 4-м технологическом укладе. Сильнейшая дифференциация между регионами создает основу для создания разрыва производственных отношений между территориями вследствие того, что они будут находиться в разных технологических укладах. А это, в свою очередь, может способствовать усилению миграционных потоков, обезлюдиванию одних территорий и перенаселению других.

Роботизация и цифровые технологии окажут давление на рынок труда, при этом процесс усиления безработицы будет растянут во времени и происходить в несколько этапов. Первыми почувствуют это на себе лица с высшим образованием. Действительно, результаты эконометрического анализа за-

Таблица
Результаты эконометрического анализа влияния использования передовых технологий на безработицу
Table

Econometric analysis of the impact of advanced technologies on unemployment

Экзогенные переменные	Эндогенные переменные		
	<i>un</i>	<i>un_ed2</i>	<i>un_ed3</i>
<i>const</i>	632,3***	1287***	455,5***
<i>TECH</i>	0,25***	–0,013	–0,009
<i>R²</i>	0,33	0,01	0,01
<i>Prob (F-stat)</i>	0,00	0,29	0,21

Примечание: *** вероятность значимости полученного коэффициента при показателе составляет 99 %.

фиксировали этот тренд. Так, анализ влияния передовых технологий на различные по уровню образования категории людей показал, что в настоящее время технологии усиливают безработицу для лиц с высшим образованием. Тогда как для остальных категорий лиц не было обнаружено статистически значимой связи, а полученный коэффициент зафиксировал обратную связь (табл.).

Полученный коэффициент эластичности для показателя «использование передовых технологий для людей с высшим образованием» составил 0,25. Что позволяет предположить, что сложилась в России сложилась следующая закономерность: при внедрении передовых технологий на предприятиях на 1000 единиц произойдет высвобождение 250 человек с высшим образованием. Отметим, что полученная эластичность усреднена для России, предположительно, для регионов, попавших в первый квадрант, эта чувствительность будет выше, особенно для Москвы. Тогда как для остальных регионов эластичность может быть ниже, особенно для низкотехнологичных.

Пространственный анализ влияния передовых технологий на людей с высшим образованием подтвердил данный тезис. Как можно наглядно убедиться, для высокотехнологичных российских регионов связь между передовыми технологиями и безработицей для лиц с высшим образованием гораздо сильнее, а чувствительность (эластичность) этой связи является вертикальной. Такая чувствительность свидетельствует о неэластичности спроса передовых технологий на лиц с высшим образованием (рис. 5). Иначе говоря, процесс цифровизации и роботизации будет способствовать замене лиц с высшим образованием на технологии. Тогда как для остальных регионов эта чувствительность менее чувствительна, а поэтому имеет более пологий вид.

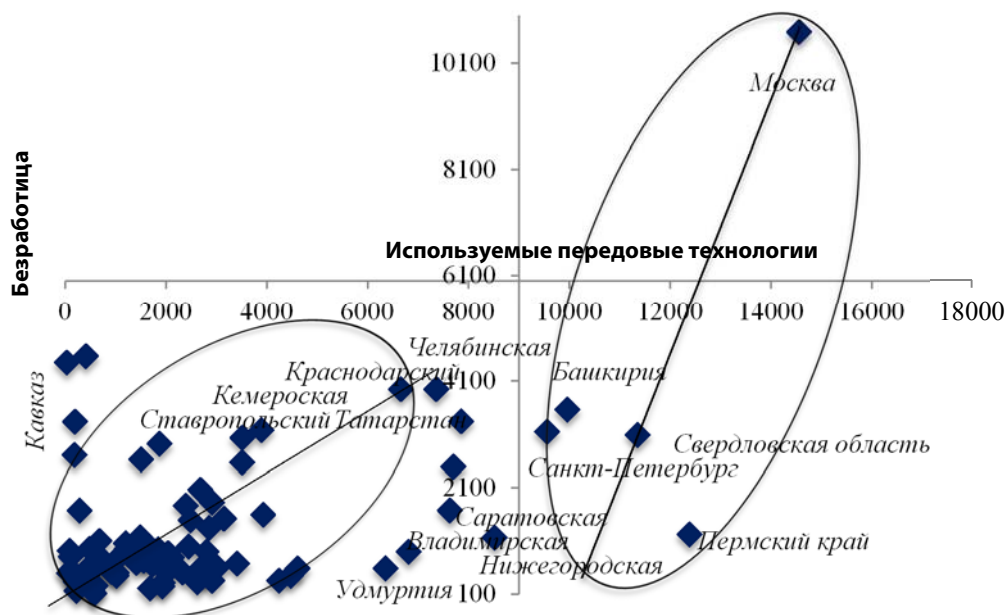


Рис. 5. Взаимосвязь между передовыми технологиями и безработными людьми с высшим образованием в субъектах РФ в 2018 г.

Fig. 5. Relationship between advanced technologies and unemployed with higher education in the constituent entities of the Russian Federation in 2018

Следует отметить и другой тренд: если в Москве наблюдается избыток людей с высшим образованием, то в других высокотехнологичных регионах зафиксирована их нехватка. Так, если Москва единственный субъект РФ, который попал в первый квадрант, то такие регионы, как Башкирия, Свердловская область и Пермский край, что вошли в четвертый квадрант по связи между технологиями и безработными с высшим образованием. Из чего можно сделать вывод, что в этих регионах наблюдается дефицит квалифицированных кадров, не обладающих цифровыми навыками, необходимыми для нового технологического уклада. Об этом свидетельствуют данные из отчета Департамента по труду и занятости Свердловской области. Так, по данным Департамента по труду, в области наблюдается стойкий неудовлетворенный спрос со стороны работодателей на специалистов в сфере IT-индустрии, который составил в 2018 г. 237 вакансий¹.

Если в отношении связи между технологиями и безработными с высшим образованием все однозначно и разница лишь в чувствительности различных регионов, то между технологиями и категорией лиц со средним профессиональным образованием в России сложилась

разновекторная связь (рис. 6). Так, Москва, являясь центром притяжения как для внешних, так и внутренних мигрантов, вобрала в себя огромную массу людей с высшим образованием, которые не нашли себе применения на рынке труда. Тогда как для людей со средним специальным образованием в регионе наблюдается почти горизонтальная эластичность, что свидетельствует как о дефиците кадров рабочих специальностей, так и о важности их роли для нового технологического уклада. Такая же тенденция характерна и для Московской области (рис. 6).

Между тем в Свердловской области, Пермском крае и Башкирии и ряде других регионов наблюдаются большая чувствительность и более крутой наклон графика показателя «использование передовых технологий» для этой категории лиц. Из чего можно сделать вывод, что в этих регионах нет острой нехватки квалифицированных кадров рабочих специальностей.

Интересно отметить, что в большинстве российских регионов безработные со средним профессиональным образованием сосредоточены во втором квадранте, что свидетельствует об отсутствии промышленного производства в достаточном количестве, поэтому они не могут найти себе применение на рынке труда. В связи с чем в этих регионах наблюдается обратная связь между технологиями и безработными этой категории лиц. Иначе го-

¹ Анализ профессиональной структуры безработицы в Свердловской области. За январь — декабрь 2018. / Департамент по труду и занятости Свердловской области. Екатеринбург. 2018. С. 14.

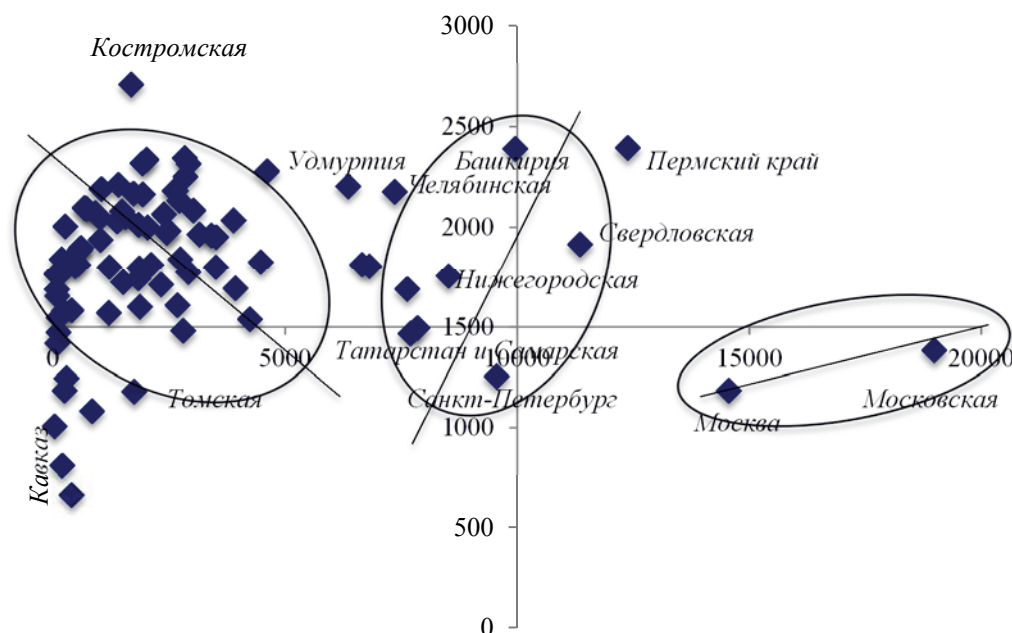


Рис. 6. Взаимосвязь между передовыми технологиями и безработными людьми со средним профессиональным образованием в субъектах РФ в 2018 г.

Fig. 6. Relationship between advanced technologies and unemployed with vocational education in the constituent entities of the Russian Federation in 2018

воря, внедрение передовых технологий снижает безработицу в низкотехнологичных регионах России, что может означать рост спроса на рынке труда для людей рабочих специальностей, но с цифровыми навыками.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило выдвинутую авторами гипотезу: передовые технологии оказывают разноректорное воздействие на различных людей в зависимости от уровня образования. В новой цифровой экономике нет необходимости в большом количестве людей с высшим гуманитарным образованием, по этой причине уже сегодня наблюдается наиболее высокая безработица этой категории лиц в регионах, переходящих на новый технологический уклад.

Наряду с этой тенденцией использование передовых технологий предполагает рост спроса на рабочие специальности, но с обладанием цифровых навыков и компетенций. Уже сегодня в большинстве российских регионов наблюдается увеличение спроса на рабочих специалистов. На первом этапе перехода к новому технологическому укладу лица со средним профессиональным образованием являются наименее уязвимыми в большинстве регионов РФ.

По этой причине авторы полагают, что несмотря на результаты пространственного анализа, который показал, что большинство российских регионов сегодня имеют низкий потенциал для перехода на новый технологический уклад, они являются недооцененными ввиду накопленного высокого уровня человеческого капитала, обладающего историческим опытом мобилизации и освоения новых рабочих навыков и компетенций в сжатые сроки. Тогда как при больших темпах внедрения передовых технологий в этих регионах будет происходить процесс снижения региональной диспропорции между территориями и укрепляться экономические связи между ними.

Вместе с тем при отсутствии должного внимания к проблеме неравномерного перехода на новый технологический уклад регионов РФ будет не только усугубляться региональная дифференциация, но и может привести к ослаблению и даже разрыву экономических связей, исторически сложившихся между российскими регионами, а также способствовать сегментации региональных рынков труда, системы образования, которые будут вынуждены подстраиваться под нужды региональной экономики.

Список источников

1. Harris K., Kimson A., Schwedel A. Labor 2030: The collision of demographics, automation and inequality // Bain & Company. 2018. Vol. 7. 63 p. URL: <http://www.bain.com/publications/articles/labor-2030-the-collision-of-demographics-automation-and-inequality.aspx> (date of access: 28.07.2020).

2. Ghobakhloo M., Fathi M. Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing // *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2019. Vol. 31, No.1. P. 1–30. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2018-0417>.
3. Романова О. А. Приоритеты промышленной политики России в контексте вызовов четвертой промышленной революции. Ч. 1 // *Экономика региона*. 2018. Т. 14, № 2. С. 806–819. DOI: <https://doi.org/10.17059/2018-2-7>.
4. Земцов С. Роботы и потенциальная технологическая безработица в регионах России. Опыт изучения и предварительные оценки // *Вопросы экономики*. 2017. № 7. С. 142–157.
5. Кельчевская Н. Р., Шириккина Е. В. Региональные детерминанты эффективного использования человеческого капитала в цифровой экономике // *Экономика региона*. 2019. Т. 15, вып. 2. С. 465–482. DOI: <https://doi.org/10.17059/2019-2-12>.
6. Архипова М. Ю., Сиротин В. П. Региональные аспекты развития информационно-коммуникационных и цифровых технологий в России // *Экономика региона*. 2019. Т. 15, вып. 3. С. 670–683. DOI: <https://doi.org/10.17059/2019-3-4>.
7. Larsson Ö., Wiktorsson M., Cedergren S. The third wave of automation: critical factors for industrial digitization. // 6th Swedish Production Symposium SPS 2014. 2014. 8 p.
8. Frey C. B., Osborne M. A. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological forecasting and social change*. 2017. Т. 114. С. 254–280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.
9. Hawksworth J., Berriman R., Goel S. Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation // *Pricewaterhouse Coopers*. 2018. Т. 13. 43 p. URL: <https://www.pwc.co.uk/services/economics-policy/insights/the-impact-of-automation-on-jobs.htm> (date of access: 28.07.2020).
10. Сорокина Н. Д. Социальные перемены и престиж профессии инженера в современном российском обществе // *Научный результат. Социология и управление*. 2019. Т. 5, № 3. С. 63–77. DOI: <https://doi.org/10.18413/2408-9338-2019-5-3-0-5>.
11. Нунес Е. С. А., Дуболазов В. А. Рынок труда и образование в условиях четвертой промышленной революции // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. 2018. Т. 11, № 5. С. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.11503>.
12. Brynjolfsson E., McAfee A. Winning the race with ever-smarter machines // *MIT Sloan Management Review*. 2012. Т. 53, No. 2. P. 53–62.
13. Koropets O. Toxic workplace: Problem description and search for management solutions // *European Conference on Management, Leadership & Governance. Academic Conferences International Limited*, 2019. P. 505–508. DOI: <https://doi.org/10.34190/MLG.19.060>.
14. Пешиа А. В. Влияние нестандартных форм занятости на физическое и психосоциальное здоровье женщин. Обзор исследований // *Вестник Омского университета*. 2018. № 4. С. 111–125. (Экономика). DOI: <https://doi.org/10.25513/1812-3988.2018.4.111-125>.
15. Стремюсова Е. Г. Социально-экономические риски Индустрии 4.0 // *Российские регионы в фокусе перемен. Сб. докладов XIII междунар. конф.*, 15–17 нояб. 2018 г. Екатеринбург : УМЦ УПИ, 2019. С. 730–737.
16. Koropets O., Plutova M. The Influence of Employment Precarization on the Women's Psychological Safety in the Workplace // *ICGR 2020 3rd International Conference on Gender Research. Academic Conferences and publishing limited*. 2020. P. 131–137. DOI: <https://doi.org/10.34190/IGR.20.073>.
17. Keynes J. M. Economic possibilities for our grandchildren // *Essays in persuasion*. London : Palgrave Macmillan, 2010. P. 321–332.
18. Lu Y. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues // *Journal of industrial information integration*. 2017. Vol. 6. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.
19. Kaeser J. The world is changing. Here's how companies must adapt. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/the-world-is-changing-here-s-how-companies-must-adapt> (date of access: 28.07.2020).
20. Postel-Vinay F. The dynamics of technological unemployment // *International Economic Review*. 2002. Vol. 43, No. 3. P. 737–760. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-2354.t01-1-00033>.
21. Балацкий Е. В. Глобальные вызовы четвертой промышленной революции // *Terra Economicus*. 2019. Т. 17, № 2. С. 6–22. DOI: <https://doi.org/10.23683/2073-6606-2019-17-2-6-22>.
22. Капелюшников Р. И. Влияние четвертой промышленной революции на рынок труда // *Аист на крыше. Демографический журнал*. 2018. № 6. С. 32–36.
23. Arntz M., Gregory T., Zierahn U. Revisiting the risk of automation // *Economics Letters*. 2017. Vol. 159. P. 157–160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.07.001>.
24. Grigoli F., Koczan Z., Topalova P. Automation and Labor Force Participation in Advanced Economies: Macro and Micro Evidence // *European Economic Review*. 2020. 103443. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2020.103443>.
25. Lahera Sánchez A. Digitalización, robotización, trabajo y vida: cartografías, debates y prácticas // *Cuadernos de Relaciones Laborales*. 2019. Vol. 37, No. 1. P. 249–273.
26. Kim Y. J., Kim K., Lee S. K. The rise of technological unemployment and its implications on the future macroeconomic landscape // *Futures*. 2017. Vol. 87. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.01.003>.
27. Angeloni S. Education first: What really matters in working for sustainability // *Futures*. 2020. Vol. 120. 102552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102552>.

28. Lankisch C., Prettnner K., Prskawetz A. How can robots affect wage inequality? // *Economic Modelling*. 2019. Vol. 81. P. 161–169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.12.015>.
29. David H. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation // *Journal of economic perspectives*. 2015. Vol. 29, No. 3. P. 3–30. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>.
30. Zemtsov S. New technologies, potential unemployment and 'nescience economy' during and after the 2020 economic crisis // *Regional Science Policy & Practice*. 2020. P. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12286>.

References

1. Harris, K., Kimson, A. & Schwedel, A. (2018). *Labor 2030: The collision of demographics, automation and inequality*. Bain & Company, 7, 63. Retrieved from: <http://www.bain.com/publications/articles/labor-2030-the-collision-of-demographics-automation-and-inequality.aspx> (Date of access: 28.07.2020).
2. Ghobakhloo, M. & Fathi, M. (2019). Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(1), 1–30. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2018-0417>.
3. Romanova, O. A. (2018). Industrial Policy Priorities of Russia in the Context of Challenges of the Fourth Industrial Revolution. Pt. 1. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 14(2), 420–432. DOI: 10.17059/2018–2-7. (In Russ.)
4. Zemtsov, S. (2017). Robots and potential technological unemployment in the Russian regions: Review and preliminary results. *Voprosy ekonomiki*, 7, 142–157. (In Russ.)
5. Kelchevskaya, N. R. & Shirinkina, E. V. (2019). Regional Determinants of Effective Use of Human Capital in the Digital Economy. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 15(2), 465–482. DOI: 10.17059/2019–2-12. (In Russ.)
6. Arkhipova, M. Yu. & Sirotin, V. P. (2019). Development of digital technologies in Russia: regional aspects. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 15(3), 670–683. DOI: 10.17059/2019–3-4. (In Russ.)
7. Larsson, Ö., Wiktorsson, M. & Cedergren, S. (2014). The third wave of automation: critical factors for industrial digitization. In: *6th Swedish Production Symposium SPS 2014* (pp. 1–8).
8. Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological forecasting and social change*, 114, 254–280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.
9. Hawksworth, J., Berriman, R. & Goel, S. (2018). *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long-term impact of automation*. PricewaterhouseCoopers, 43. Retrieved from: <https://www.pwc.co.uk/services/economics-policy/insights/the-impact-of-automation-on-jobs.htm> (Date of access: 28.07.2020).
10. Sorokina, N. D. (2019). Social changes and prestige of the profession of an engineer in modern Russian society. *Nauchnyy rezultat. Sotsiologiya i upravlenie [Research Result. Sociology and management]*, 5(3), 63–77. DOI: 10.18413/2408–9338–2019–5-3–0-5. (In Russ.)
11. Nunez, E. C. A. & Dubolazov, V. A. (2018). Labor market and education in the conditions of fourth industrial revolution. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-peterburgskogo gosudarstvennogo politeknicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki [St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics]*, 11(5), 38–45. DOI: 10.18721/JE.11503. (In Russ.)
12. Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2012). Winning the race with ever-smarter machines. *MIT Sloan Management Review*, 53(2), 53–60.
13. Koropets, O. (2019). Toxic workplace: Problem description and search for management solutions. In: *European Conference on Management, Leadership & Governance* (pp. 505–508). Academic Conferences International Limited DOI: 10.34190/MLG.19.060.
14. Peshva, A. V. (2018). The impact of precarious employment on the physical and psychosocial health of women. Research Overview. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya «Ekonomika» [Herald of Omsk University. Series "Economics"]*, 4, 111–125. DOI: 10.25513/1812–3988.2018.4.111–125. (In Russ.)
15. Stremousova, E. G. (2018). Socio-economic risks of Industry 4.0]. In: *Sbornik dokladov XIII Mezhdunarodnoy konferentsii „Rossiyskie regiony v fokuse peremen” [Reports of the XIII International Conference „Russian Regions in the Focus of Changes”]* (pp. 730–737). Ekaterinburg, UMC UPI. (In Russ.)
16. Koropets, O. & Plutova, M. (2020, April). The influence of employment precarization on the women's psychological safety in the workplace. In: *ICGR 2020 3rd International Conference on Gender Research* (pp. 131–137). Academic Conferences and publishing limited. DOI: 10.34190/IGR.20.073.
17. Keynes, J. M. (2010). Economic possibilities for our grandchildren. In: *Essays in persuasion* (pp. 321–332). Palgrave Macmillan, London.
18. Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of industrial information integration*, 6, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.
19. Kaeser, J. (2018). *The world is changing. Here's how companies must adapt*. Retrieved from: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/the-world-is-changing-here-s-how-companies-must-adapt> (Date of access: 28.07.2020).
20. Postel-Vinay, F. (2002). The dynamics of technological unemployment. *International Economic Review*, 43(3), 737–760. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468–2354.t01–1-00033>.
21. Balatsky, E. V. (2019). Global challenges of the Fourth Industrial Revolution. *Terra Economicus*, 17(2), 6–22. DOI: 10.23683/2073–6606–2019–17–2-6–22. (In Russ.)

22. Kapelyushnikov, R. (2018). Impact of the fourth industrial revolution on the labor market. *Aist na kryshe. Demograficheskiy zhurnal [Stork on the Roof. Demographic Journal]*, 6, 32–36. (In Russ.)
23. Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2017). Revisiting the risk of automation. *Economics Letters*, 159, 157–160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.07.001>.
24. Grigoli, F., Koczan, Z. & Topalova, P. (2020). Automation and Labor Force Participation in Advanced Economies: Macro and Micro Evidence. *European Economic Review*, 103443. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103443>.
25. Lahera Sánchez, A. (2019). Digitalization, robotization, work and life: Cartographies, debates and practices. *Cuadernos de Relaciones Laborales*, 37(1), 249–273. (In Spanish).
26. Kim, Y. J., Kim, K. & Lee, S. (2017). The rise of technological unemployment and its implications on the future macroeconomic landscape. *Futures*, 87, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.01.003>.
27. Angeloni, S. (2020). Education first: What really matters in working for sustainability. *Futures*, 120, 102552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102552>.
28. Lankisch, C., Prettnner, K. & Prskawetz, A. (2019). How can robots affect wage inequality? *Economic Modelling*, 81, 161–169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.12.015>.
29. David, H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of economic perspectives*, 29(3), 3–30. DOI: 10.1257/jep.29.3.3.
30. Zemtsov, S. (2020). New technologies, potential unemployment and 'nescience economy' during and after the 2020 economic crisis. *Regional Science Policy & Practice*, 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12286>.

Информация об авторах

Коропец Ольга Анатольевна — кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры управления персоналом и психологии, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; Scopus Author ID: 57207844920, <https://orcid.org/0000-0002-7449-3325> (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: okor78@mail.ru).

Тухтарова Евгения Хасановна — младший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; Scopus Author ID: 57190413880, <https://orcid.org/0000-0002-3999-7376> (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, e-mail: tyevgeniya@yandex.ru).

About the authors

Olga A. Koropets — Cand. Sci. (Psych.), Associate Professor, Department of Personnel Management and Psychology, Ural Federal University; Scopus Author ID: 57207844920; <https://orcid.org/0000-0002-7449-3325> (19, Mira St., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation; e-mail: okor@mail.ru).

Evgeniya Kh. Tukhtarova — Leading Economist, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; Scopus Author ID: 57190413880; <https://orcid.org/0000-0002-3999-7376> (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; 62, 8 Marta St., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: tyevgeniya@yandex.ru).

Дата поступления рукописи: 01.08.2020.

Прошла рецензирование: 01.10.2020.

Принято решение о публикации: 18.12.2020.

Received: 01 Aug 2020

Reviewed: 01 Oct 2020

Accepted: 18 Dec 2020